

● AGRONOMIA

DIFERENTES FUNGICIDAS NO CONTROLE DA FERRUGEM DO CAFEEIRO

**Igor Souza Pereira¹; Rodrigo Cassiano Rosalino¹, Flávia de Oliveira Borges Costa Neves¹;
Márcia Toyota Pereira²; Joyce Gracielle de Sousa Braga¹*

RESUMO: A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é a doença de maior importância para a cultura do café no país, acarretando perdas de até 50% da produtividade, sendo manejada com o uso de fungicidas de diferentes ingredientes ativos, aplicados preventivamente ou curativamente sob baixa severidade nas folhas. Diante do surgimento de novos ingredientes ativos e posicionamentos dos produtos comercializados é que se propôs com esse trabalho a avaliação da eficiência de diferentes fungicidas na severidade da ferrugem em condições de campo. O experimento foi conduzido em lavoura de café arábica, cv Catuaí Vermelho, com 6 anos de implantação, no período de dezembro de 2013 a julho de 2014. Os tratamentos foram compostos por: epoxiconazol+piraclostrobina, azoxistrobina+ciproconazol, tebuconazole com duas aplicações, tebuconazole com aplicação única, oxicleto de cobre, além de testemunha sem aplicação. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas úteis por parcela. Os fungicidas foram aplicados de acordo com a orientação dos fabricantes, descritos nas bulas. A severidade da doença foi avaliada quinzenalmente e foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os fungicidas epoxiconazol+piraclostrobina, azoxistrobina+ciproconazol, tebuconazole com duas aplicações proporcionaram menores AACPD, e consequentemente maior controle da doença, com 79%, 74% e 67% de controle respectivamente, apresentando maior eficiência em relação ao oxicleto de cobre e tebuconazole em aplicação única.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. *Hemileia vastatrix*. Doença. Controle químico.

FUNGICIDES EFFICACY IN COFFEE RUST CONTROL

ABSTRACT: The coffee rust (*Hemileia vastatrix*) is the most important disease for the coffee crop in the country, causing losses of up to 50% of the productivity, being managed with the use of fungicides of different active ingredients, applied preventively or curatively under low severity in the leaves. In view of the appearance of new active ingredients and marketed product positioning, it was proposed to evaluate the efficiency of different fungicides in the severity of rust under field conditions. The experiment was conducted in a arabica coffee experimental area, cv. Catuaí Vermelho, with 6 year, in period from December 2013 to July 2014. The treatments were: epoxiconazole + pyraclostrobin, azoxystrobin + cyproconazole, tebuconazole with two applications, tebuconazole with single application, copper oxychloride, as well as control without application. The experimental design was a randomized block design, with four replications and eight useful plants per plot. The fungicides were applied according to the manufacturers' instructions described in the package inserts. The severity of the disease was evaluated biweekly and the area under the disease progress curve (AACPD) was calculated. The fungicides epoxiconazole + pyraclostrobin, azoxystrobin + cyproconazole, tebuconazole with two applications provided lower AACPD, and consequently greater disease control, with 79%, 74% and 67% of control respectively, showing higher efficiency in relation to copper oxychloride and tebuconazole in application.

Keywords: *Coffea arabica* L. *Hemileia vastatrix*. Disease. Chemical control.

* Autor correspondente: igor@iftm.edu.br;

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM, Uberlândia, MG, Brasil. igor@iftm.edu.br; rccosalino@hotmail.com; joycebraga@iftm.edu.br

2 Doutora em fitopatologia, Prof^a. Faculdade Presidente Antônio Carlos, campus Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil. mtoyotap@gmail.com

INTRODUÇÃO

A cultura do cafeeiro (*Coffea* spp.) é uma das atividades agrícolas socioeconomicamente mais importantes para o país. Considerado o maior produtor e exportador mundial de grãos verdes, a produção brasileira na safra de 2017/2018 foi de 44,970 milhões sacas, cultivados em uma área plantada de 1,863 milhões de hectares. Dentre os estados produtores, destaca-se o Estado de Minas Gerais, considerado o maior produtor nacional com 24,445 milhões de sacas cultivados em uma área de aproximadamente 980 mil hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018).

Com uma produtividade média de 24,14 sacas por hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018), a cafeicultura tem como um dos maiores condicionadores dessa produtividade, a ocorrência de doenças em que se destaca a ferrugem do cafeeiro. Causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berkeley and Broome (Basidiomycota, Pucciniales) e de ocorrência em todas as regiões produtoras de café no mundo (SILVA et al., 2006).

A ferrugem tem como sintomas iniciais lesões cloróticas nas folhas que levam à redução da atividade fotossintética. Posteriormente, há o surgimento dos sinais do patógeno na face abaxial das folhas, representados por pequenas pústulas que se expandem e coalescem, passando a lesões necróticas. Nesse estágio, observa-se a queda precoce das folhas, o menor vingamento da florada e dos frutos na fase de chumbinho, uma indução à desfolha por ocasião da colheita e a seca dos ramos, acarretando uma redução de mais de 50% da produção quando a doença não é controlada (ROZO et al., 2012; ZAMBOLIM et al., 1992). A seca constante dos ramos reduz a longevidade dos cafeeiros, tornando a cultura antieconômica. Estima-se que as perdas causadas pela ferrugem do cafeeiro encontram-se entre 1 e 2 bilhões de dólares anualmente, sendo um dos limitantes à produção mundial de *Coffea arabica* (TALHINHAS et al., 2017).

No Brasil, vários métodos de controle são utilizados para reduzir as perdas econômicas decorrentes dessa doença, em que se destaca o uso de variedades resistentes associados ou não à aplicação de fungicidas registrados para a cultura do cafeeiro (VAN DER VOSSSEN et al., 2015).

Quanto ao uso de fungicidas destacam-se os cúpricos, triazóis e estrubilurinas, associados ou não, aplicados via foliar ou no solo, com diferentes periodicidades de aplicação. Aplicações preventivas são conduzidas com os fungicidas cúpricos (ex. oxicleto de cobre), com início das aplicações no período chuvoso e as aplicações curativas são realizadas com uso de fungicidas sistêmicos, especialmente triazóis (ex. epoxiconazole, ciproconazole, tebuconazole, etc.) e estrubilurinas (ex. azoxistrobina, piraclostrobina, etc.).

A associação de triazóis e estrubilurinas é aplicada curativamente e possuem efeito benéfico além do controle do patógeno (p.ex. efeito verde) relacionado ao incremento concentração da clorofila e na fotossíntese (HONORATO JÚNIOR et al., 2015). Muito

embora, há sérios riscos de se selecionar populações do patógeno resistentes além da elevação do custo de produção. A aplicação de fungicidas é responsável por quase 50% do custo de produção dessa cultura em algumas condições favoráveis à doença (KILAMBO et al., 2013; CARVALHO et al., 2012).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes fungicidas na severidade da ferrugem em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em área experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – Campus Uberlândia, no município de Uberlândia – MG, em lavoura de café (*C. arabica* L.) cultivar Catuaí Vermelho, com sete anos de idade, implantada no espaçamento de 3,0 m x 0,8 m, em sistema convencional de produção.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com seis tratamentos e quatro repetições, com oito plantas úteis por parcela.

O início do experimento ocorreu em dezembro de 2014, onde todos os tratamentos foram aplicados conforme a recomendação específica do fabricante. Os tratamentos foram fungicidas do grupo das estrobirulinas e triazóis, com suas respectivas doses de produto comercial e de ingrediente ativo para cada 100L de água:

- 1) Epoxiconazole + Piraclostrobina (300 mL de p.c. e 15 g + 39,9 g de p.a., respectivamente), em aplicação única;
- 2) Uma aplicação de Tebuconazole (250 mL de p.c. e 50 g de p.a.);
- 3) Azoxistrobina + Ciproconazole (120 mL de p.c. e 24 g + 9,6 g de p.a., respectivamente), 3 aplicações a cada 60 dias;
- 4) Oxicleto de Cobre (840 g de p.c. e 420 g de p.a.), três aplicações, a segunda aos 60 dias após a primeira aplicação e a terceira 26 dias após a segunda aplicação;
- 5) Duas aplicações de Tebuconazole (250 mL de p.c. e 50 g de p.a.), sendo a segunda 60 dias após a primeira aplicação;
- 6) Testemunha, sem aplicação.

A aplicação dos fungicidas foi realizada por meio de pulverizador costal motorizado (STIHL SR 420®) e a vazão do equipamento foi regulada para 1,57 litros/minuto, com motor acelerado à rotação máxima aplicando-se um volume de calda próximo ao ponto de escorrimento em cada planta.

A severidade da doença foi avaliada por meio de 10 amostragens de 32 folhas/parcela realizadas aos 0, 15, 30, 44, 65, 85, 105, 132, 176 e 185 dias após a primeira aplicação dos fungicidas. A severidade foi estimada de acordo com escala diagramática proposta por Cunha et al. (2001). Índices médios da severidade observados foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD),

determinada pela equação proposta por Shaner e Finney (1977), segundo a fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

Em que: AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença (severidade); n: número total de avaliações; y_i : proporção da doença em porcentagem de severidade na i -ésima observação e t_i = tempo em dias na i -ésima observação.

Para efeito de avaliação, os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o software estatístico SISVAR®, e para a comparação entre médias foi utilizado o teste de *Scott-Knott* a 5% de significância (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A severidade da ferrugem do cafeeiro aumentou a partir da terceira amostragem, realizada aos 44 dias após aplicação dos fungicidas, com incremento até a avaliação aos 176 dias (Tabela 1). A severidade da ferrugem do cafeeiro não diferiu entre os tratamentos até os 15 dias após a aplicação, sendo que a partir a 3ª avaliação aos 30 até os 85 dias após a primeira aplicação foi constatado diferença apenas entre a testemunha e os fungicidas aplicados.

Tabela 1. Efeito de diferentes tratamentos com fungicidas na severidade da ferrugem do cafeeiro. Uberlândia, MG.

| Tratamentos ¹ | Dias após a primeira avaliação | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 15 | 30 | 44 | 65 |
| TESTEMUNHA | 0,37 a* | 0,58 a | 0,84 b | 1,47 b | 3,1 b |
| OX | 0,38 a | 0,43 a | 0,43 a | 0,45 a | 0,71 a |
| TE 1 | 0,35 a | 0,42 a | 0,47 a | 0,47 a | 0,66 a |
| TE 2 | 0,43 a | 0,43 a | 0,44 a | 0,46 a | 0,55 a |
| AZ+CI | 0,24 a | 0,24 a | 0,27 a | 0,32 a | 0,47 a |
| EP+PI | 0,37 a | 0,43 a | 0,47 a | 0,52 a | 0,89 a |
| | 85 | 105 | 132 | 176 | 185 |
| TESTEMUNHA | 6,71 b | 6,72 c | 6,75 b | 7,75 b | 8,75 c |
| OX | 1,30 a | 2,67 b | 5,52 b | 5,95 b | 6,98 b |
| TE 1 | 0,78 a | 0,98 a | 4,55 b | 5,27 b | 5,99 b |
| TE 2 | 0,93 a | 1,96 b | 2,72 a | 2,72 a | 3,58 a |
| AZ+CI | 0,63 a | 0,99 a | 1,99 a | 2,25 a | 3,39 a |
| EP+PI | 0,89 a | 0,96 a | 1,43 a | 1,45 a | 2,44 a |

¹TESTEMUNHA; OX - Oxidloreto de cobre; TE 1 - Tebuconazole (uma aplicação); EP+PI - Epoxiconazole + Piraclostrobina; AZ+CI - Azoxistrobina + Ciproconazole e TE 2 - Tebuconazole (duas aplicações).

*As mesmas letras minúsculas, na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Fonte: do autor.

Aos 105 dias após a primeira avaliação os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1 foram os mais eficientes, seguidos pelos tratamentos OX e TE 2. A testemunha apresentou os maiores valores de severidade. Aos 132 e 176 dias após a primeira avaliação, os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 2 apresentaram os menores valo-

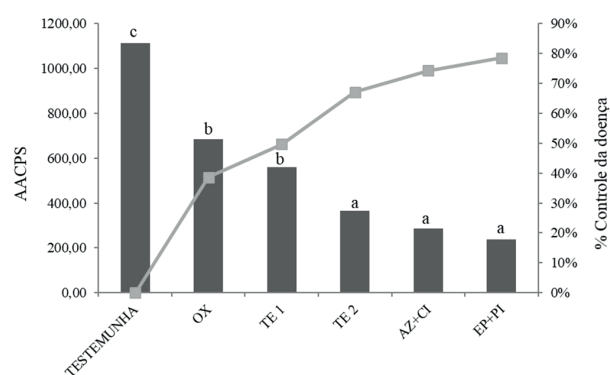
res para porcentagem de severidade. Os maiores valores de severidade foram verificados para a TE1, OX e TESTEMUNHA que formaram outro grupo, não diferindo estatisticamente.

Na última avaliação, aos 185 dias após a primeira avaliação, as menores severidades foram observadas nos tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1 que diferiram estatisticamente dos tratamentos TE 1 e OX, que se agruparam intermediariamente e por final, a TESTEMUNHA com maiores valores de severidade.

Quando foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença, (AACPD), foram verificados valores menores para os tratamentos EP+PI, AZ+CI e TE 1, que proporcionaram maior controle da doença, com respectivamente 79%, 74% e 67% de controle comparando-se à TESTEMUNHA sem aplicação de fungicidas, não diferindo estatisticamente (Figura 1).

A AACPD intermediária foi constatada para os tratamentos TE 1 e OX, com 50% e 39% de controle respectivamente.

Figura 1. Efeito de fungicidas no controle e na área abaixo da curva do progresso da severidade (AACPD) da ferrugem em cafeeiro cultivar Catuaí Vermelho. Uberlândia, MG.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* ($p \leq 0,05$). Tratamentos: TESTEMUNHA; EP+PI - Epoxiconazole + Piraclostrobina; AZ+CI - Azoxistrobina + Ciproconazole; TE 2 - Tebuconazole (duas aplicações); TE 1 - Tebuconazole (uma aplicação); OX - Oxidloreto de cobre.

Fonte: do autor.

Neste estudo, o oxidloreto de cobre e o tebuconazole em aplicação única foram menos eficientes entre os fungicidas avaliados. Os fungicidas cúpricos possuem um poder residual curto, de 3 a 4 semanas (BOCK, 1962), devendo ser posicionado previamente à deposição de uredinióporos sem atuação quando o fungo já infectou o mesofilo.

Assim, sugere-se que em algum pico da doença o fungicida estava ausente nessa proteção e, portanto, observou-se elevada severidade com a aplicação desse tratamento, sendo o mesmo constatado para a aplicação do TE1 (tebuconazole em aplicação única). Chalfoun e Carvalho (1999) já haviam constatado a ineficiência do oxidloreto de cobre em determinadas condições, especialmente quando há picos tardios da ferrugem do cafeeiro. A utilização dos fungicidas cúpricos deve ser feita sob correto posicionamento em que se recomendam de 4 a 6 aplicações anuais.

Ademais, a eficiência do oxiclureto de cobre está correlacionada à concentração mínima de 1 kg/ha (KUSHALAPPA; ESKES, 1989), superior ao utilizado nesse trabalho. Altas concentrações de oxiclureto de cobre são requeridas em condições de elevada carga pendente e altas severidades da ferrugem (KUSHALAPPA; ESKES, 1989).

A baixa eficiência também apresentada pelo uso do TE1 deve-se ao efeito residual curto desse fungicida. O posicionamento desse ingrediente ativo são duas aplicações com intervalo máximo de 45 dias (BRASIL, 2003).

A eficiência dos fungicidas sistêmicos, corretamente posicionados, foi verificada nesse trabalho, fato já comprovado em outros trabalhos (KUSHALAPPA; ESKES, 1989; CHALFOUN; CARVALHO, 1999; CUNHA et al., 2001). Destaca-se a associação entre ingredientes ativos que apresentam maior poder residual e efeito curativo. O ideal na utilização de fungicidas sistêmicos seria a aplicação associada destes aos cúpricos buscando-se o aumento do poder residual, preservação do enfolhamento e incremento na produtividade (KUSHALAPPA; ESKES, 1989; CHALFOUN; CARVALHO, 1999; CUNHA et al., 2004). Sendo essa proposição controversa, conforme trabalho realizado por Cunha et al. (2004) em que a aplicação de epoxiconazole associado ao oxiclureto de cobre não conferiu o resultado esperado no controle da ferrugem.

Os ingredientes ativos associados comercialmente testados nesse trabalho (piraclostrobina+ciproconazole e azoxistrobina+epoxiconazole) foram reportados como eficientes no controle da ferrugem do cafeeiro em outros trabalhos (SANTINATO et al., 2007; ROSSI et al., 2011).

De modo geral, a eficiência de fungicidas no controle da ferrugem depende do ingrediente ativo, dosagem, frequência, timing de aplicação e distribuição na planta entre outros (KUSHALAPPA; ESKES, 1989).

Neste estudo, observou-se que os fungicidas que possuem estrobilurinas e triazóis em associação reduziram significativamente a severidade da ferrugem-alaranjada do cafeeiro.

CONCLUSÕES

1. Aplicações de fungicidas curativos foram eficientes na redução da área abaixo da curva de progresso da ferrugem do cafeeiro (AACPD).
2. Ingredientes ativos em mistura e o tebuconazole em duas aplicações resultaram em menores valores de AACPD nas condições estudadas.
3. O oxiclureto de cobre nas condições desse trabalho e uma única aplicação de tebuconazole resultaram na redução dos valores da AACPD de forma intermediária comparando-se aos demais ingredientes ativos e número de aplicações.

REFERÊNCIAS

- BOCK, K.R. Control of coffee leaf rust in Kenya Colony. **Transactions of the British Mycological Society**, New York, v. 45, n. 3, p. 301-313, set. 1962.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**: consulta aberta. c2003. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 fev. 2017.
- CARVALHO, V. L. de; CUNHA, R. L. da; SILVA, N. R. N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 42-49, jan./abr. 2012.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L. de Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p.363-367, mar. 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**: café: safra 2018: quartolevantamento. Brasília: Conab, v.5, n.4, 2018. ISSN 2318-7913. Disponível em: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/24571_eec1a3f8fdc30883717a497a09f7d159. Acesso em: 25 fev. 2019.
- CUNHA, R. L.; CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. L.; MENDES, A. N. G. Efeito de tratamentos químicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) e na preservação do enfolhamento do cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais [...]**. Brasília: Embrapa Café, 2001.
- CUNHA, R. L. da; MENDES, A. N. G.; CHALFOUN, S. M. Controle químico da ferrugem do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seus efeitos na produção e preservação do enfolhamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 990-996, set./out. 2004.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v.6, n. 2, p.36-41, jul./dez. 2008.
- HONORATO JÚNIOR, J.; ZAMBOLIM, L.; AUCIQUE-PÉREZ, C. E.; RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A. Photosynthetic and antioxidative alterations in coffee leaves caused by epoxiconazole and pyraclostrobin sprays and *Hemileia vastatrix* infection. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, [S. l.], v. 123, p.31-39, set. 2015.
- KILAMBO, D. L., REUBEN, S. O. W. M.; MAMIRO, D. P. Responses of compact coffee clones against coffee berry and coffee leaf rust diseases in Tanzania. **Journal of Plant Studies**, Toronto, v. 2, n. 2, p. 81-94, maio 2013.

KUSHALAPPA, A. C.; ESKES, A. B. Advances in coffee rust research. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 27, p. 503-531, 1989.

ROSSI, C. V. S.; MORAES G. C. P. de; BENETTI, E.; SINGER, P. H. C. Rotação de ativos na aplicação de solo e foliar para o manejo da ferrugem do cafeeiro, *Hemileia vastatrix*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Varginha: Fundação Procafé, 2011.

ROZO, Y.; ESCOBAR, C.; GAITÁN, A.; CRISTANCHO, M. Aggressiveness and genetic diversity of *Hemileia vastatrix* during an epidemic in Colombia. **Journal of Phytopathology**, Medford, v. 160, p. 732-740, set. 2012.

SANTINATO, R.; MOREIRA, W. V.; SILVA, V. A.; D'ANTÔNIO, G. A. C.; ABREL, F. C. Efeito de fungicidas sistêmicos associados a estribirulinas no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) e da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) do cafeeiro na região oeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 33., 2007, Lavras. **Anais [...]**. Varginha: Fundação Procafé, 2007.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 67, p. 1051- 1056, fev. 1977.

SILVA, M. do C.; VÁRZEA, V.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; AZINHEIRA, H. G.; FERNANDEZ, D.; PETITOT, A. S.; BERTRAND, B.; LASHERMES, P.; NICOLE, M. Coffee resistance to the main diseases: leaf rust and coffee berry disease. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 1, p.119-147, jan./mar. 2006.

TALHINHAS, P.; BATISTA, D.; DINIZ, I.; VIEIRA, A.; SILVA, D. N.; LOUREIRO, A.; TAVARES, S.; PEREIRA, A. P.; AZINHEIRA, H. G. GUERRA-GUIMARÃES, L.; VARZEA, V.; SILVA, M. do C. The coffee leaf rust pathogen *Hemileia vastatrix*: one and a half centuries around the tropics. **Molecular Plant Pathology**, Medford, v. 18. n. 8, p.1039-1051, 2017.

VAN DER VOSSEN, H.; BERTRAND, B.; CHARRIER, A. Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L.): a review. **Euphytica**, Wageningen, v. 204, n. 2, p. 243-256, fev. 2015.

ZAMBOLIM, L.; ACUÑA, R. S.; VALE, F. X. R. do; CHAVES, G. M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem (*Hemileia vastatrix*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, p. 32-35, jan. 1992.